

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)	
G 0 6 T 1/00		G 0 6 F 15/62	3 8 0	2 F 0 6 5
7/00			4 6 5 K	5 B 0 4 3
// G 0 1 B 11/24		15/70	4 6 0 B	5 B 0 5 7
		G 0 1 B 11/24	K	5 L 0 9 6
			9 A 0 0 1	
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)				

(21)出願番号	特願平11-168690	(71)出願人	000006079 ミノルタ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
(22)出願日	平成11年6月15日(1999.6.15)	(72)発明者	中野 雄介 大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
		(74)代理人	100064746 弁理士 深見 久郎 (外2名)

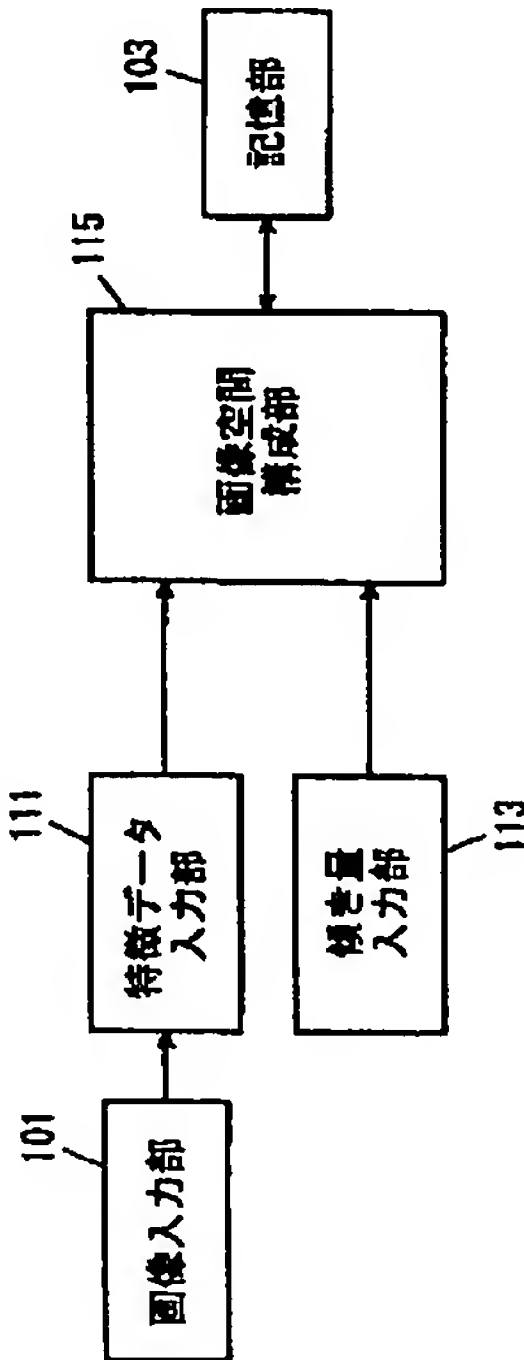
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体

(57)【要約】

【課題】 入力された画像から撮影条件の違いを取除くこと。

【解決手段】 画像入力部101で入力された顔画像の特徴点における座標と顔画像のテキスチャの濃度値が特徴点データ入力部111で入力され、顔画像の奥行き方向の傾き量が傾き量入力部113で入力される。画像空間構成部115は、入力された複数の顔画像の特徴データと傾き量とに基づき、主成分分析を行なうことにより画像空間を構成する。画像合成部は、画像空間でパラメータを変更することにより、さまざまな表情の顔画像を合成する。画像認識部は、画像入力部101で入力された顔画像の画像空間における特徴パラメータを、記憶部103に記憶されている顔画像の画像空間におけるパラメータと比較することにより、同一人物か否かを判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された画像に含まれる被写体像が有する特徴量を入力するための特徴量入力手段と、前記入力された画像を撮影した撮影条件を入力するための撮影条件入力手段と、

前記特徴量入力手段と前記撮影条件入力手段とでそれぞれ入力された複数の被写体像についての前記特徴量と前記撮影条件とに統計的手法を施して画像空間を求める画像空間構成手段とを備えた、画像処理装置。

【請求項2】 前記特徴量入力手段で入力する特徴量は、前記被写体像の形状を特定するための複数の座標値を含むことを特徴とする、請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記特徴量入力手段で入力する特徴量は、前記被写体像が有する複数のテクスチャの濃度値を含むことを特徴とする、請求項1または2に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記撮影条件入力手段で入力する撮影条件は、撮影時の照明の明るさを含むことを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記撮影条件入力手段で入力する撮影条件は、前記入力された画像に含まれる被写体像の奥行き方向の傾きを含むことを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項6】 画像に含まれる被写体像が有する特徴量と前記画像を撮影した撮影条件とに基づき作成された画像空間を記憶するための記憶手段と、

前記画像空間におけるパラメータを入力するためのパラメータ入力手段と、

前記パラメータ入力手段で入力されたパラメータに基づき画像を合成する画像合成手段とを備えた、画像処理装置。

【請求項7】 前記パラメータ入力手段は、入力された画像と前記画像空間でパラメータを動かし合成した画像との差が最小となるパラメータを自動抽出するパラメータ最適化手段を含むことを特徴とする、請求項6に記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記パラメータ入力手段は、前記特徴量入力手段で入力された前記特徴量と前記撮影条件入力手段で入力された前記撮影条件とを前記画像空間に射影してパラメータを求める射影手段を含むことを特徴とする、請求項6に記載の画像処理装置。

【請求項9】 画像に含まれる被写体像が有する特徴量と前記画像を撮影した撮影条件に基づき作成された画像空間を記憶するための第1の記憶手段と、

入力された画像に含まれる第1の被写体像と前記画像空間でパラメータを動かし合成した画像との差が最小となる第1のパラメータを自動抽出するパラメータ最適化手段と、

複数の第2の被写体像を、それぞれ前記画像空間にお

る第2のパラメータと対応づけて記憶する第2の記憶手段と、

前記第1のパラメータを前記第2のパラメータと比較して、前記複数の第2の被写体像から所望の被写体像を選択する選択手段とを備えた、画像処理装置。

【請求項10】 入力された画像に含まれる被写体像が有する特徴量を入力するための特徴量入力ステップと、前記入力された画像を撮影した撮影条件を入力するための撮影条件入力ステップと、

10 前記特徴量入力ステップと前記撮影条件入力ステップとでそれぞれ入力された複数の被写体像についての前記特徴量と前記撮影条件とに統計的手法を施して画像空間を求める画像空間構成ステップとを含む、画像処理方法。

【請求項11】 入力された画像に含まれる被写体像が有する特徴量を入力するための特徴量入力ステップと、前記入力された画像を撮影した撮影条件を入力するための撮影条件入力ステップと、

20 前記特徴量入力ステップと前記撮影条件入力ステップとでそれぞれ入力された複数の被写体像についての前記特徴量と前記撮影条件とに統計的手法を施して画像空間を求める画像空間構成ステップとをコンピュータに実行させるための画像処理プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体に関し、顔画像の撮影条件の違いを考慮したAAM(Active Appearance Model)モデルを用いた画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】3次元形状を用いることなく、多くの顔画像を統計的に解析することにより自然な顔画像を合成する手法として、マンチェスター大学のコートらが提案したAAM(Active Appearance Model)モデルを用いる方法がある。AAMモデルを用いる方法は、大量の2次元の顔画像中から顔の部位ごとに定められた特徴点の位置と濃度値等から形状(shape)情報とテクスチャ情報とを抽出し、抽出した複数の形状情報とテクスチャ情報とにそれぞれ主成分分析を行ない、形状や表情の変化に対応した正規直交座標系(画像空間)を求める。そして、求めた画像空間のそれぞれの座標軸に沿ってパラメータを変化させることにより、顔画像を合成するものである。また、AAMモデルを画像認識方法として用いる場合には、先に求めた画像空間内でパラメータを動かし画像を合成し、認識の対象となる顔画像との差が最も小さくなるときの合成された画像のパラメータを求める。そして、求めたパラメータで予め登録されている顔画像の特徴ベクトルとの距離を測ることにより、一致した画像か否かを認識する。

30

40

50

【0003】一方、特開平6-168317号公報には、顔の傾きを考慮した個人識別装置が記載されている。この個人識別装置では、顔画像の特徴点の位置情報を得て、得られた位置情報および基準顔モデルの奥行き情報とをもとに、左右方向の回転角を求める。得られた回転角および奥行き情報から特徴点の位置情報を回転角がなくなるように補正し、補正後の特徴点を用いて個人識別処理を行なう。この個人識別装置では、予め登録されている顔画像と入力された顔画像との間に左右方向（首を水平に回転する方向）に回転した違いがある場合であっても、入力された顔画像の認識率の低下を防ぐことができるものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述のAAMモデルでは、2次元画像を用いる。特に、形状情報は、顔の部位ごとに定められる特徴点の2次元座標とされるため、抽出される形状情報からは2次元の顔画像が正面を向いている顔なのか、上方向を向いている顔なのか、または下方向を向いている顔なのかといった顔画像の奥行き方向の傾きの違いを区別できないといった問題があった。顔画像の奥行き方向の区別ができないと、たとえば、もともと額が広い人が上を向いた状態の2次元の顔画像は、額が狭く表わされるため、2次元の顔画像から抽出される形状情報は額の狭い人の形状を表わすことになってしまう。

【0005】また、特開平6-168317号公報に記載の技術は、画像認識において、顔の左右方向の回転角の違いに対応できるけれども、上下方向の回転、換言すれば奥行き方向の傾きには対応できないといった問題がある。

【0006】さらに、暗い場所で撮影して得られる画像と明るい場所で撮影して得られる画像とでは、被写体が同一物であっても画像中では色が異なった被写体像として表わされてしまう。この照明条件の違いを取り除くため、従来は明るさの正規化を行っていた。しかし、それによって肌の色の違いが区別できなくなり、例えば国籍の相違から生じる顔特徴の傾向を抽出できないという問題がある。

【0007】この発明は上述の問題点を解決するためになされたもので、入力された画像から撮影条件の違いを取除くことが可能な画像処理装置および画像処理方法ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】この発明の他の目的は、入力された画像から撮影条件の違いを取除いた被写体像を画像合成することが可能な画像処理装置および画像処理方法ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0009】この発明のさらに他の目的は、撮影条件の違いにより異なる被写体像を、同一の被写体像として認

識することが可能な画像処理装置および画像処理方法ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するためにこの発明のある局面に従うと、画像処理装置は、入力された画像に含まれる被写体像が有する特徴量を入力するための特徴量入力手段と、入力された画像を撮影した撮影条件を入力するための撮影条件入力手段と、特徴量入力手段と撮影条件入力手段とでそれぞれ入力された複数の被写体像についての特徴量と撮影条件とに統計的手法を施して画像空間を求める画像空間構成手段とを備える。

【0011】好ましくは画像処理装置の特徴量入力手段で入力する特徴量は、被写体像の形状を特定するための複数の座標値を含むことを特徴とする。

【0012】好ましくは画像処理装置の特徴量入力手段で入力する特徴量は、被写体像が有する複数のテクスチャの濃度値を含むことを特徴とする。

【0013】好ましくは画像処理装置の撮影条件入力手段で入力する撮影条件は、撮影時の照明の明るさを含むことを特徴とする。

【0014】好ましくは画像処理装置の撮影条件入力手段で入力する撮影条件は、入力された画像に含まれる被写体像の奥行き方向の傾きを含むことを特徴とする。

【0015】これらの発明に従うと、入力された画像から撮影条件の違いを取除くことが可能な画像処理装置を提供することができる。

【0016】この発明の他の局面に従うと、画像処理装置は、画像に含まれる被写体像が有する特徴量と画像を撮影した撮影条件とに基づき作成された画像空間を記憶するための記憶手段と、画像空間におけるパラメータを入力するためのパラメータ入力手段と、パラメータ入力手段で入力されたパラメータに基づき画像を合成する画像合成手段とを備える。

【0017】好ましくは画像処理装置のパラメータ入力手段は、入力された画像と画像空間でパラメータを動かし合成した画像との差が最小となるパラメータを自動抽出するパラメータ最適化手段を含むことを特徴とする。

【0018】好ましくは画像処理装置のパラメータ入力手段は、特徴量入力手段で入力された特徴量と撮影条件入力手段で入力された撮影条件とを画像空間に射影してパラメータを求める射影手段を含むことを特徴とする。

【0019】これらの発明に従うと、入力された画像から撮影条件の違いを取除いた被写体像を画像合成することが可能な画像処理装置を提供することができる。

【0020】この発明のさらに他の局面に従うと、画像処理装置は、画像に含まれる被写体像が有する特徴量と画像を撮影した撮影条件に基づき作成された画像空間を記憶するための第1の記憶手段と、入力された画像に含

まれる第1の被写体像と画像空間でパラメータを動かし合成した画像との差が最小となる第1のパラメータを自動抽出するパラメータ最適化手段と、複数の第2の被写体像を、それぞれ画像空間における第2のパラメータと対応づけて記憶する第2の記憶手段と、第1のパラメータを第2のパラメータと比較して、複数の第2の被写体像から所望の被写体像を選択する選択手段とを備える。

【0021】この発明に従うと、撮影条件の違いにより異なる被写体像を同一の被写体像として認識することが可能な画像処理装置を提供することができる。

【0022】この発明のさらに他の局面に従うと、画像処理方法は、入力された画像に含まれる被写体像が有する特徴量を入力するための特徴量入力ステップと、入力された画像を撮影した撮影条件を入力するための撮影条件入力ステップと、特徴量入力ステップと撮影条件入力ステップとでそれぞれ入力された複数の被写体像についての特徴量と撮影条件とに統計的手法を施して画像空間を求める画像空間構成ステップとを含む。

【0023】この発明のさらに他の局面に従うと画像処理プログラムを記録した記録媒体は、入力された画像に含まれる被写体像が有する特徴量を入力するための特徴量入力ステップと、入力された画像を撮影した撮影条件を入力するための撮影条件入力ステップと、特徴量入力ステップと撮影条件入力ステップとでそれぞれ入力された複数の被写体像についての特徴量と撮影条件とに統計的手法を施して画像空間を求める画像空間構成ステップとをコンピュータに実行させるための画像処理プログラムを記録する。

【0024】これらの発明に従うと、入力された画像から撮影条件の違いを取除くことが可能な画像処理方法および画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図中同一符号は同一または相当する部材を示す。

【0026】【第1の実施の形態】図1は、第1の実施の形態における画像処理装置のハード構成を示すブロック図である。図を参照して、画像処理装置は、制御部100と、人の顔の画像を入力するための画像入力部101と、装置の使用者がデータや種々の指示を入力するための操作部102と、制御部100で実行するプログラムを記録したり、制御部でプログラムを実行するために必要な情報等を記憶するための記憶部103と、画像を出力するための出力部104と、外部記憶装置105とを含む。

【0027】制御部100は、中央演算装置(CPU)であり、画像処理装置の全体を制御する。画像入力部101は、イメージスキャナであり、ライン型のCCDセンサを有し、顔が撮影された写真等を読み込み、2次元の

顔画像データを出力する。なお、実際の人物を撮影して2次元の顔画像を出力することができるデジタルカメラ等を用いることもできる。さらに、外部のイメージスキャナやデジタルカメラ等と接続するための入力端子であってもよい。

【0028】記憶部103は、制御部100で実行するためのプログラムを記憶するROMと、制御部100でプログラムを実行するのに必要な変数等を一時記憶するためのRAMと、種々のデータを記憶するためのハードディスク等からなる。

【0029】出力部104は、画像入力部101で入力された画像や画像処理された後の画像を表示するためのディスプレイである。また、ディスプレイとともにプリンタを用いてもよい。

【0030】外部記憶装置105は、記録媒体106に記録された制御部100で実行するためのプログラムや2次元の顔画像データ等を読み込みするための光磁気ディスクドライブまたは、デジタルビデオディスクドライブである。また、制御部100で画像合成処理を行なった後の合成された顔画像や、画像認識結果を記録媒体106に書込むことができる。

【0031】図2は、第1の実施の形態における画像処理装置の画像空間構成機能の概要を示す機能ブロック図である。画像処理装置は、画像入力部101で入力された2次元の顔画像の特徴点のデータを入力するための特徴データ入力部111と、2次元の顔画像の奥行き方向の傾き量を入力するための傾き量入力部113と、特徴データ入力部111と傾き量入力部113とで入力された特徴データと傾き量とをもとに主成分分析を行なうことにより、基底ベクトルで表わされる画像空間を生成するための画像空間構成部115とを含む。画像空間構成部115で生成された画像空間の基底ベクトルは、記憶部103に記憶される。また、画像入力部101で入力され、画像空間の生成に用いられた顔画像は、画像空間におけるパラメータとともに記憶部103に記憶される。

【0032】特徴データ入力部111では、画像入力部101で入力された顔画像の顔の輪郭や目、鼻または口の輪郭等を特定するための特徴点の座標と顔画像のテキスチャの濃度値とが特徴データとして入力される。画像入力部101で入力された2次元の顔画像は、出力部104のディスプレイに映し出される。操作者は、出力部104のディスプレイに映し出された顔画像を見て、操作部102のマウスで所定の位置をクリックする。マウスをクリックした位置が特徴点となり、その座標と顔画像のテキスチャの濃度値とが特徴データとして入力される。

【0033】ここで、特徴点についてより詳しく説明する。図3は、顔画像と特徴点とを示す模式図である。図3を参照して、顔の輪郭10と、目の輪郭30、40

と、鼻の輪郭50と、口の輪郭60とが示されている。特徴点は、それぞれの輪郭10, 30, 40, 50, 60を基準にして定められる。顔の輪郭10に基づき11個の特徴点11~21が特定され、右目の輪郭30に基づき4つの特徴点31~34が特定され、左目の輪郭40に基づき4つの特徴点41~44が特定され、鼻の輪郭50に基づき5つの特徴点51~55が特定され、口の輪郭60に基づき5つの特徴点61~65が特定される。

【0034】なお、図3に示す特徴点は、説明を簡単にするため29個としたが、特徴点の数は形状特徴がとれる程度に多いほど望ましく、122個程度とするのが好ましい。

【0035】図2に戻って傾き量入力手段では、画像入力部101で入力された顔画像の奥行き方向の傾き量が入力される。操作者は、出力部104のディスプレイに映し出された顔画像を見て、正面を向いている顔なのか、上を向いた顔なのか、または、下を向いた顔なのかを判断し、操作部102のキーボードから奥行き方向の傾き量を入力する。たとえば、傾き量は、上を向いている場合に α 、正面を向いている場合に0、下を向いている場合は $-\alpha$ とする（ただし、 α は正数）。

【0036】画像空間構成部115は、画像入力部101で入力された複数の顔画像について、特徴データ入力部111で入力された特徴データと傾き量入力部113で入力された傾き量とを用いて、主成分分析を行なう。主成分分析の結果、求められる正規直交座標系を画像空間として記憶部103に記憶する。また、画像入力部101で入力された画像データと、それぞれの画像データに対応する特徴データおよび傾き量と画像空間におけるパラメータとを対応づけて記憶部103に記憶する。

【0037】ここで、本実施の形態における画像処理装置が、AAMモデルにおいて行なう主成分分析と異なり、傾き量を考慮して主成分分析を行なうことについて説明する。説明を簡単にするために、特徴点データのx座標、y座標を1列に並べたベクトルのいずれかの成分を X_1 , X_2 とし、正面を向いた顔画像の特徴点を S_1 、上方向を向いた顔画像の特徴点を S_2 、下方向を向いた顔画像の特徴点を S_3 とする。

【0038】図4は、正面方向、上方向、下方向を向いた顔画像それぞれの特徴点の X_1 - X_2 座標における分布を示す図である。中央の円が正面方向を向いた顔画像の特徴点 S_1 の分布を示し、両側に重なっている円が上方向を向いた顔画像の特徴点 S_2 の分布と、下方向を向いた顔画像の特徴点 S_3 の分布を表わしている。この場合、成分 X_1 と X_2 との間に相関が存在していることがわかるが、その相関が、顔の傾きにより生じる相関であるのか、形状の相違により生じる相関であるのかははっきりしない。換言すれば、分布の違いが、人が正面方向、上方向あるいは下方向を向いた顔画像の違いにより生じ

たものであるのか、正面方向を向いた顔画像の違いによるものか、どちらの違いによるのかを判断することはできない。そこで、新たにZ軸を設けると、正面方向を向いた顔画像の特徴点の分布と上方向または下方向を向いた顔画像の特徴点の分布とを区別することができる。

【0039】図5は、 X_1 - X_2 座標に垂直なZ軸を新たに設けて特徴点の分布を表わした図である。図5を参照して、正面方向を向いた顔画像の特徴点 S_1 の分布と、上方向を向いた顔画像の特徴点 S_2 の分布と、下方向を向いた顔画像の特徴点 S_3 の分布とが区別される。これは、 X_1 と X_2 の間の相関が、正面方向、上方向または下方向の向きの違いに起因することを示している。そして、正面方向を向いた顔画像の特徴点 S_1 と、上方向を向いた顔画像の特徴点 S_2 と、下方向を向いた顔画像の特徴点 S_3 とのそれぞれの X_1 - X_2 座標面での分布は、 X_1 と X_2 との間で相関がないことがわかる。

【0040】この3次元空間(X_1 , X_2 , Z)の特徴点に対して主成分分析を行なった結果を図6に示す。図6を参照して、主成分分析の結果、顔画像の奥行き方向の傾きを示す主軸Aが導き出されるので、 X_1 , X_2 の分布の相関が顔の傾きに起因するものであることを判断することができる。そして、顔の傾きの変化に対応する軸(A)と、それとは独立な正面顔の変化に対応する軸(H)とに分離することができる。なお、図6中のH軸は、 X_1 - X_2 平面を表わしている。

【0041】このようにして得られた主軸Aに沿って、その方向の成分を変化させることにより、顔の奥行き方向の傾きに対応して顔画像を変化させることができる。一方、主軸Aが表わす部分空間に対する直交補空間内の軸に沿って成分を調整することにより、奥行き方向の傾きによる変化と独立して、顔画像を変形することができる。したがって、効果的な画像の合成を行なうことができる。

【0042】次に、画像合成機能および画像認識機能について説明する。図7は、本実施の形態における画像処理装置の画像合成機能および画像認識機能の概要を示す機能ブロック図である。図7を参照して、画像処理装置は、入力された顔画像の画像空間における特徴パラメータを求めるパラメータ最適化部121と、求めた特徴パラメータをもとに画像空間で画像を合成するための画像合成部117と、記憶部103に予め記憶されている複数の顔画像から、入力された顔画像と同じ人の顔画像を選択するための画像認識部119とを含む。

【0043】画像入力部101で入力された顔画像が、パラメータ最適化部121に出力される。記憶部103には、上述の画像空間構成部115で生成された画像空間(基底ベクトル)と、画像空間の生成に用いられた顔画像と、その画像空間における特徴パラメータとが記憶されている。

【0044】画像合成部117で合成された画像は出力

部104から出力される。また、画像認識部119で認識された結果が出力部104から出力される。認識された結果とは、画像認識部119で選択された場合には、その選択された画像もしくはその画像に対応する氏名等の個人情報であり、選択されなかった場合には、該当なしの情報である。

【0045】パラメータ最適化部121は、画像入力部101に入力された顔画像と仮設定した特徴パラメータにより記憶部103に記憶されている画像空間で合成された画像とを比較する。画像空間で合成される画像と入力された顔画像との差が最も小さくなるまで仮設定した特徴パラメータを変動させ、差が最も小さくなったときの特徴パラメータを求める。これにより、画像空間の座標軸ごとに、画像入力部101で入力された顔画像に対する特徴パラメータが得られる。

【0046】画像合成部117は、パラメータ最適化部121で求められた特徴パラメータを変化させて、記憶部103に記憶されている画像空間で画像を合成する。これにより、画像入力部101で入力された顔画像が奥行き方向に傾いている場合であっても、正面方向を向いた顔画像または上下方向を向いた顔画像を合成して出力することができる。

【0047】画像認識部119は、パラメータ最適化部121で求められた特徴パラメータを成分とするベクトルと、記憶部103に記憶されている顔画像の特徴パラメータを成分とするベクトルとの距離が所定の値よりも小さくなる顔画像を記憶部103に記憶されている顔画像の中から選択する。ベクトルの距離として、ユークリッド距離の他、データの分散を考慮したマハラノビス距離を用いることもできる。

【0048】ここで、記憶部103に記憶されている顔画像は、上述の画像空間構成部119で画像空間を構成するのに用いた顔画像である。また、画像空間構成部119で画像空間を構成した後に、入力された顔画像であってもよい。

【0049】次に本実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像空間構成処理について説明する。図8は、画像空間構成処理の流れを示すフローチャートである。図8を参照して、画像入力部101で基準顔画像が入力される(S01)。ここで、基準顔画像とは、画像空間構成手段115で画像空間を構成するのに用いられる顔画像を言う。

【0050】そして、画像入力部101で入力された基準顔画像が正規化される(S02)。正規化とは、入力された基準顔画像の大きさを所定の基準に合わせることを言う。具体的には、顔画像の両目の間隔を所定の値に合わせることににより行なわれる。

【0051】次に、特徴データ入力手段111により、画像入力部101で入力された基準顔画像について、特徴点の座標とテキスチャの濃度値とが入力される(S0

3)。そして、入力された基準顔画像の奥行き方向の傾き量が入力手段113で入力される(S04)。

【0052】ステップS05では、他に入力すべき基準顔画像があるか否かが判断される。これは、使用者が操作部102より入力する信号をもとに判断される。他に基準顔画像がある場合には、上述のステップS01～S04の処理が新たに入力される基準顔画像について施される。他に入力されるべき基準顔画像がない場合には、ステップS06に進む。ステップS01～ステップS04の処理を複数の基準顔画像に対して行なうことで、複数の基準顔画像ごとに特徴データと傾き量とが入力される。

【0053】ステップS06では、画像入力部101で入力された基準顔画像のすべての特徴データと傾き量とに対して主成分分析を行なう。主成分分析は公知の統計的手法であるので、ここでは説明を省略する。ステップS06で主成分が抽出されると、ステップS07で寄与率の合計がしきい値Tより大きいか否かが判断される。したがって、寄与率の合計がしきい値Tより大きくなるまでステップS06で主成分分析が繰返し行なわれる。

【0054】寄与率がしきい値Tより大きくなった場合には、ステップS08で主成分を表わす基底ベクトルが記憶部103に記憶される。記憶部103に記憶される基底ベクトルにより、画像空間が構成される。

【0055】そして次のステップS09では、ステップS01で入力された基準顔画像について、ステップS08で求めた画像空間における特徴パラメータを求め、基準顔画像と特徴パラメータとを対応づけて記憶部103に記憶する。

【0056】このようにして、画像空間が作成され、画像空間を作成するのに用いた基準顔画像とその特徴パラメータ等からなる顔画像のデータベースが作成される。なお、基準顔画像は、すべて異なる人物の顔画像でもよく、同一人の顔画像を含むものでもよい。同一人の顔画像を含む場合には、同一人の顔画像を表わす特徴パラメータの画像空間における分布は、表情の違いにより、クラスタ状に近い範囲で分布する。

【0057】次に本実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像合成処理について説明する。図9は、画像合成処理の流れを示すフローチャートである。図9を参照して、画像入力部101で処理顔画像が入力される(S11)。ここで、処理顔画像とは、画像合成の対象となる顔画像を言う。ここで言う画像合成とは、処理顔画像に表わされた人物の顔画像を変化させて、さまざまな表情の顔画像を合成することを言う。

【0058】次のステップS12では、入力された処理顔画像を正規化する。正規化については上述したのでここでの説明は繰返さない。

【0059】次のステップS13では、処理顔画像の特徴パラメータの最適化が行なわれる。特徴パラメータの

最適化は、仮に設定された特徴パラメータを用いて画像空間で合成した画像と処理顔画像とを比較し、それらの画像の差が小さくなる方向に特徴パラメータを変えていくことで最適化が行なわれる。最適化される特徴パラメータは、基準顔画像と画像空間で合成された画像との差が最小となるときの合成された画像の特徴パラメータである。これにより、ステップS11で入力された処理顔画像の画像空間における特徴パラメータが取得される。そして、ステップS13で求められた特徴パラメータを変化させることにより、画像空間で表情の異なる顔画像が合成される(S14)。

【0060】なお、本実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像合成処理は、入力された処理顔画像を基に画像合成するようにしているが、画像空間構成手段で構成された画像空間の座標軸ごとに特徴パラメータを操作部102から直接入力するようにしてもよい。この場合には、ステップS11～ステップS13までの処理は不要となる。

【0061】次に、本実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像認識処理について説明する。図10は、画像認識処理の流れを示すフローチャートである。ステップS21からステップS23までの処理は、図9に示した画像合成処理のステップS11からステップS13までの処理と同じであるのでここでの説明は繰返さない。ステップS23で画像入力部101で入力された処理顔画像の画像空間における特徴パラメータが取得されると、処理顔画像の特徴パラメータを成分とするベクトルと記憶部103に記憶されている基準顔画像の特徴パラメータを成分とするベクトルとが比較される(S24)。そして、ステップS25で、それぞれのベクトルの距離が所定の値より小さいか否かが判断される。所定の値より小さい場合には、ステップS26に進み、小さくない場合にはステップS27に進む。

【0062】ベクトルの距離が小さければ小さいほど、処理顔画像と基準顔画像とが似ていることを示す。したがって、処理顔画像のベクトルと基準顔画像のベクトルとの距離がしきい値より小さい場合には、処理顔画像と基準顔画像とは同一人物であると判断できる。

【0063】ステップS26では、ステップS25で比較された基準顔画像を選択し、出力部104に基準顔画像を出力する。その後、画像認識処理を終了する。

【0064】ステップS27では、次に比較の対象とする基準顔画像が記憶部103にあるか否かが判断される。比較の対象とする基準顔画像が記憶部103にある場合には、ステップS24に進み、そうでない場合には画像認識処理を終了する。

【0065】ここで基準顔画像とは、上述の画像空間構成部115で画像空間を構成するのに用いた顔画像である。なお、画像空間構成部115で、画像空間を構成した後に入力された顔画像を基準顔画像としても良い。

【0066】以上説明したとおり、本実施の形態における画像処理装置では、入力される顔画像の特徴点データに、顔画像の奥行き方向の傾きを示す傾き量を加味して主成分分析を行なって画像空間を構成するようにしたので、画像空間で奥行き方向の傾きに対応させて顔画像を合成することができる。また、顔画像の奥行き方向の傾きを示す主軸が表わす部分空間に対する直交補空間内の軸に沿って成分を調整することにより、奥行き方向の傾きによる変化と独立して顔を変形させた画像を合成することができる。これらの結果、効果的な画像の合成を行なうことができる。

【0067】また、入力される顔画像の奥行き方向の傾きを考慮して記憶部に記憶されている顔画像との類似度を判断するようにしているので、奥行き方向の傾きの違いによる同一人物の変動モードと、異なる人物の正面の形状の違いによる変動モードとを分離することができ、顔の奥行き方向の傾きの違いにより誤って認識するのを減少させることができる。その結果、認識の精度を高めることができる。

【0068】なお、本実施の形態においては、テキスチャ情報として濃度値を用いたが、カラーのデータを用いることもできる。

【0069】また、特徴データを特徴点の座標と顔画像のテキスチャの濃度値としたが、特徴点の座標のみを用いて画像空間の構成、画像合成または画像認識を行なうようにしてもよいし、顔画像のテキスチャのみで画像空間の構成、画像合成または画像認識を行なうようにしてもよい。

【0070】さらに、本実施の形態においては、撮影条件を被写体の奥行き方向の傾き量として、主成分分析を行なうことにより画像空間を構成するようにしたが、被写体の左右方向の向き（顔が水平方向に回転する向き）や、入力された画像中に被写体が占める割合を撮影条件としてもよい。被写体の左右方向の向きを撮影条件とした場合には、正面でなく斜め横、または横から被写体を撮影した画像をもとにその被写体が正面を向いた画像を合成することができる。また、被写体像が画像中に占める割合を撮影条件とする場合には、実際の被写体の顔が大きいのか否かを考慮して画像合成または画像認識を行なうことができる。これらの撮影条件は、単独で用いてもよく、組合せてもよい。

【0071】さらに、撮影条件として、照明条件や色温度を加味することができる。たとえば、照明の明るさを撮影条件として画像空間を構成した場合には、被写体の肌色を考慮した画像空間を構成することが可能となる。具体的には、照明が明るい暗いかを撮影条件として主成分分析を行なって画像空間を構成する。これにより、照明が十分でない条件で撮像して得られる画像中の被写体は、濃度が低くなってしまうが、肌の色が白い被写体として画像を合成することができるとともに、肌の色と

相関関係がある軸を用いて合成することができる。

【0072】さらに、撮影条件としては、入力された画像をフーリエ変換した値や、ウェーブレット展開したウェーブレット係数としてもよい。

【0073】〔第2の実施形態〕第2の実施形態における画像処理装置は、第1の実施形態における画像処理装置のパラメータ最適化部を改良したものである。第1の実施形態における画像処理装置と同様の構成についてはここでは説明は繰返さない。

【0074】図11は、第2の実施形態における画像処理装置の画像合成機能および画像認識機能の概要を示す機能ブロック図である。図11を参照して、画像処理装置は、入力された顔画像の画像空間における特徴パラメータを求めるパラメータ最適化部121Aと、求めた特徴パラメータをもとに画像空間で画像を合成するための画像合成部117と、記憶部103に予め記憶されている複数の顔画像から、入力された顔画像と同じ顔画像を選択するための画像認識部119を含む。

【0075】特徴データ入力部122は、画像入力部101で入力された顔画像の特徴点の座標と顔画像のテクスチャの濃度値とを特徴データとして入力する。傾き量入力部123は、画像入力部101で入力された顔画像の奥行き方向の傾き量を入力する。

【0076】射影部124は、特徴データ入力部122で入力された特徴データと傾き量入力部123で入力された傾き量とで表わされる特徴ベクトルを、記憶部103に記憶されている画像空間の座標軸に射影する。画像空間の座標軸に射影することにより、座標軸ごとに特徴パラメータが求められる。求められた特徴パラメータは、画像合成部117または画像認識部119に出力される。

【0077】図12は、第2の実施形態における画像処理装置で行なわれる画像合成処理の流れを示すフローチャートである。図12を参照して、画像入力部101で基準顔画像が入力され（S31）、入力された基準顔画像が正規化される（S32）。

【0078】そして、入力された基準顔画像の特徴点の座標とテクスチャの濃度値とが入力され（S33）、基準顔画像の奥行き方向の傾き量が入力される（S34）。

【0079】次のステップS35では、入力された特徴データと傾き量とで表わされる特徴ベクトルを、記憶部103に記憶されている画像空間で射影する。これにより、ステップS31で入力された処理顔画像の画像空間における特徴パラメータが取得される。そして、求められた特徴パラメータを変化させることにより、画像空間で表情の異なる顔画像が合成される（S36）。

【0080】図13は、第2の実施形態における画像処理装置で行なわれる画像認識処理の流れを示すフローチャートである。図13を参照して、ステップS41から

ステップS45までの処理は、図12に示した画像合成処理のステップS31からステップS35までの処理と同じなのでここでの説明は繰返さない。ステップS45で、画像入力部101で入力された処理顔画像の画像空間における特徴パラメータが取得されると、処理顔画像の特徴パラメータを成分とするベクトルと記憶部103に記憶されている基準顔画像の特徴パラメータを成分とするベクトルとが比較される（S46）。そして、ステップS47で、それぞれのベクトルの距離が所定の値より小さいか否かが判断される。所定の値より小さい場合には、ステップS48に進み、小さくない場合にはステップS49に進む。処理顔画像のベクトルと基準顔画像のベクトルとの距離がしきい値より小さい場合には、処理顔画像と基準顔画像とは同一人物であると判断できる。

【0081】ステップS48では、ステップS46で比較された基準顔画像を選択し、出力部104に基準顔画像を出力する。その後、画像認識処理を終了する。

【0082】ステップS49では、次に比較の対象する基準顔画像が記憶部103に記憶されているか否かが判断される。比較の対象とする基準顔画像が記憶部103にある場合には、ステップS46に進み、そうでない場合には画像認識処理を終了する。

【0083】第1および第2の実施の形態においては、傾き量の入力を、人が行なうようにしたが、レーザセンサや超音波センサ等の測距手段を設けて、特徴点を3次元データとして入力するようにしてもよい。このようにすることで、特徴データが3次元のデータとなり、傾き量を入力する必要がなく、上述したのと同様の効果を得ることができる。

【0084】また、画像処理装置について説明したが、図7、図8、図9、図11および図12のフローチャートで示した処理を実行する画像処理方法、または、画像処理プログラムを記録した記録媒体としても発明を捉えることができる。

【0085】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における画像処理装置のハード構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施の形態における画像処理装置の画像空間構成機能の概要を示す機能ブロック図である。

【図3】顔画像と特徴点とを示す模式図である。

【図4】正面方向、上方向、下方向を向いた顔画像それぞれの特徴点のX、-X、座標における分布を示す図である。

【図5】 $X_1 - X_2$ 座標に垂直な Z 軸を新たに設けて特徴点の分布を表わした図である。

【図6】主成分分析で導き出される主軸 A を示す図である。

【図7】第1の実施の形態における画像処理装置の画像合成機能および画像認識機能の概要を示す機能ブロック図である。

【図8】第1の実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像空間構成処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】第1の実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像合成処理の流れを示すフローチャートである。

【図10】第1の実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像認識処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】第2の実施の形態における画像処理装置の画*

* 像合成機能および画像認識機能の概要を示す機能ブロック図である。

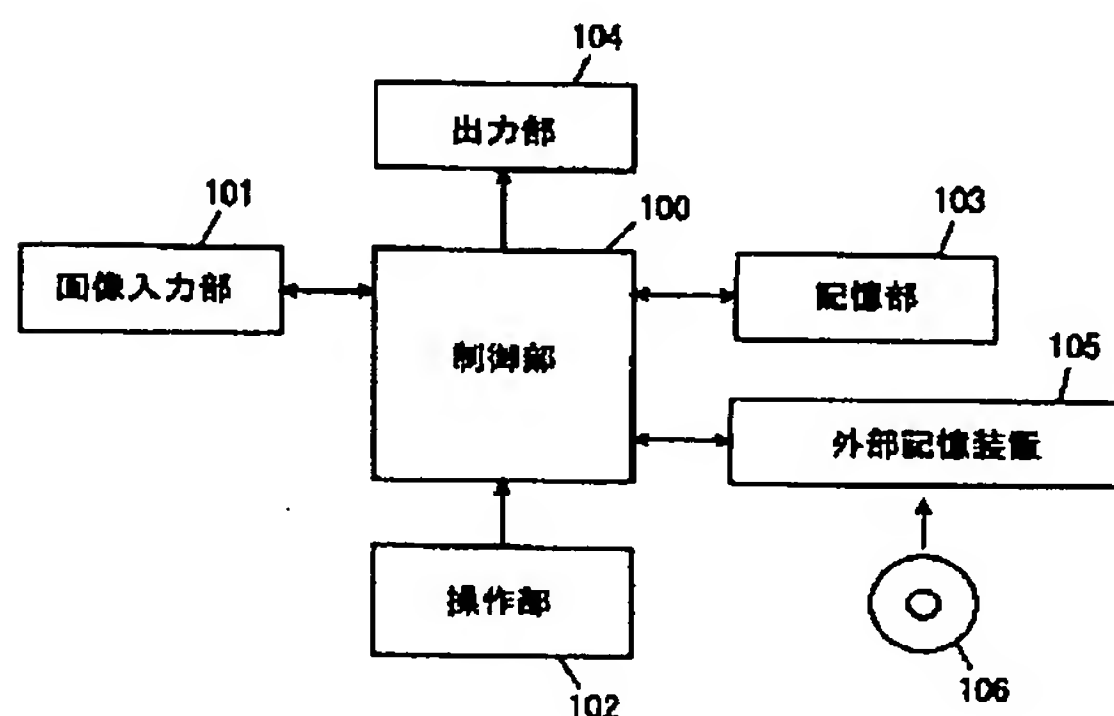
【図12】第2の実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像合成処理の流れを示すフローチャートである。

【図13】第2の実施の形態における画像処理装置で行なわれる画像認識処理の流れを示すフローチャートである。

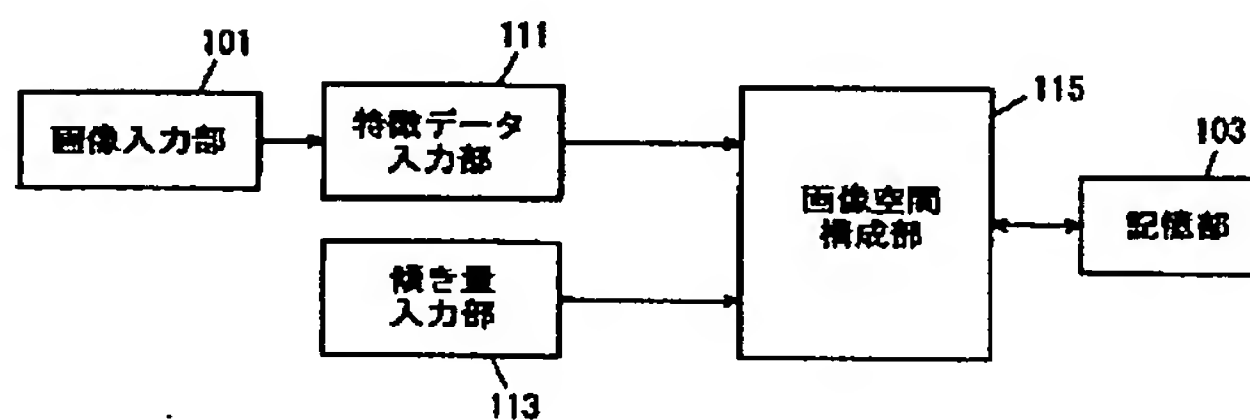
【符号の説明】

101	画像入力部
103	記憶部
104	出力部
111	特徴データ入力部
113	傾き量入力部
115	画像空間構成部
117	画像合成部
119	画像認識部

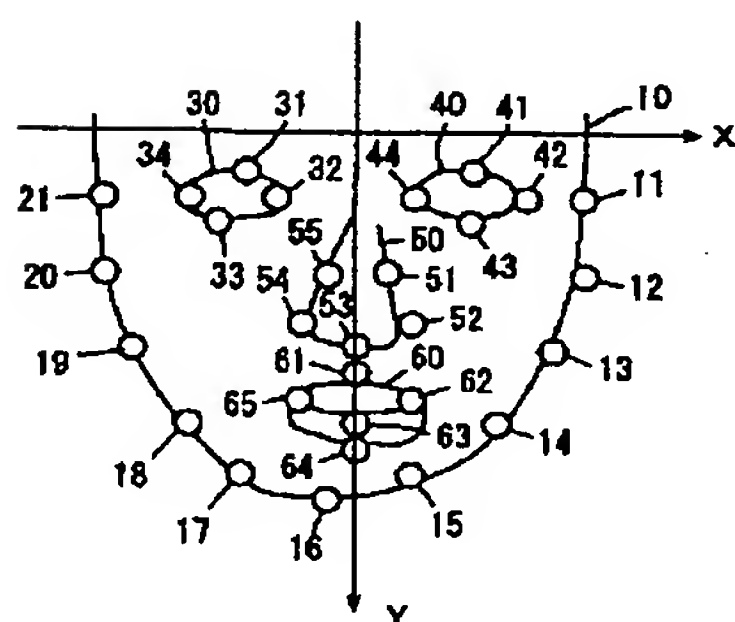
【図1】



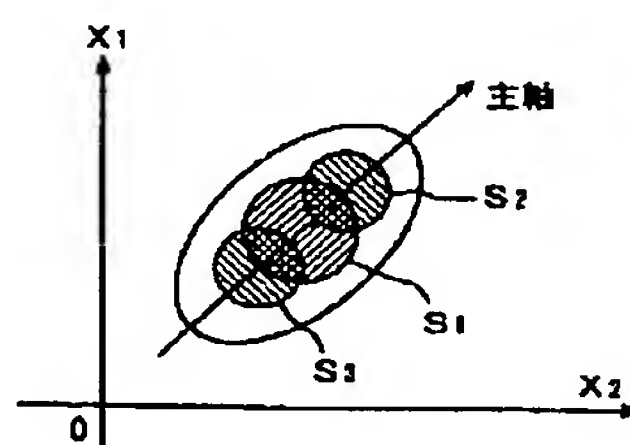
【図2】



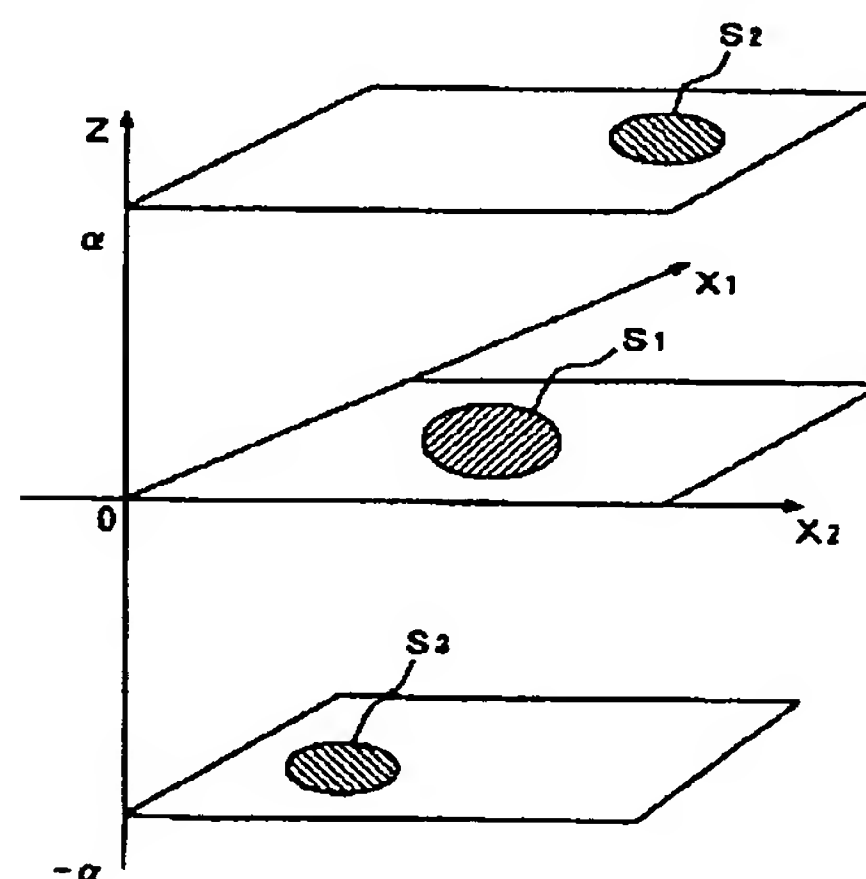
【図3】



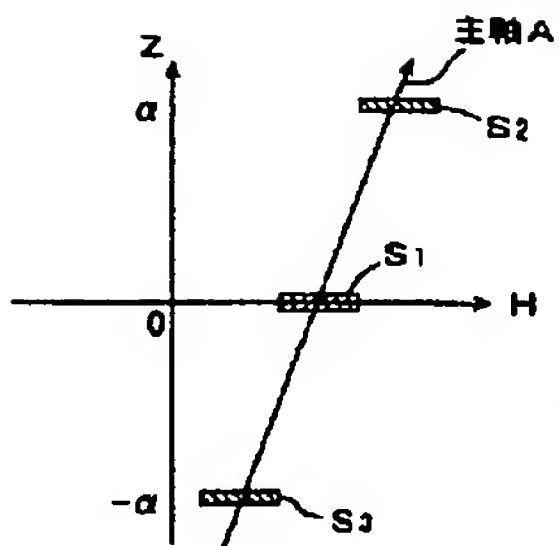
【図4】



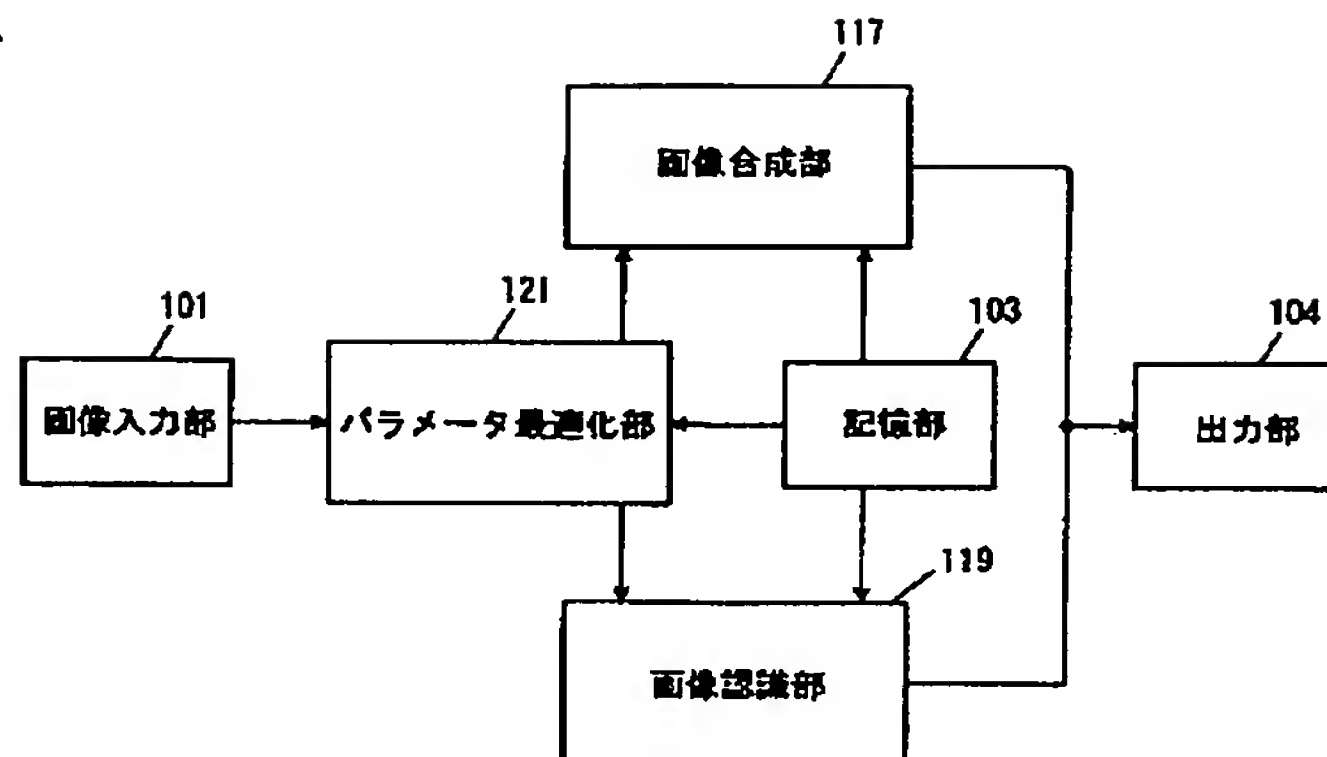
【図5】



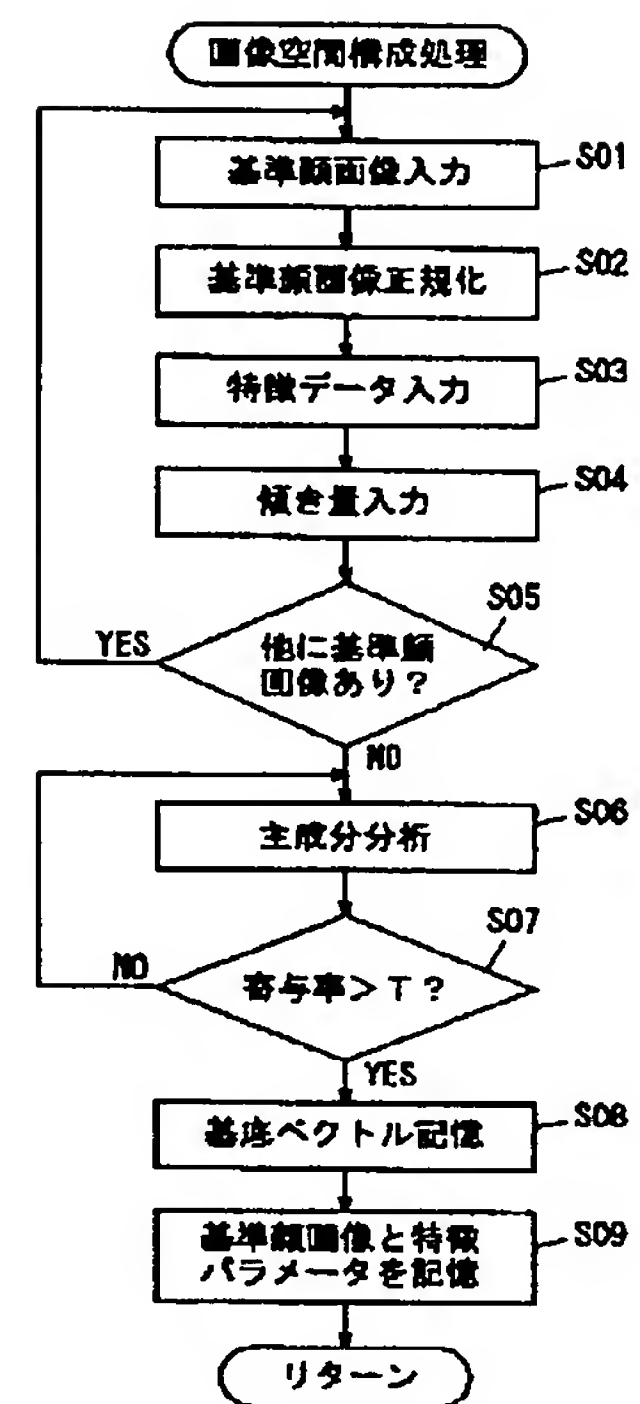
【図6】



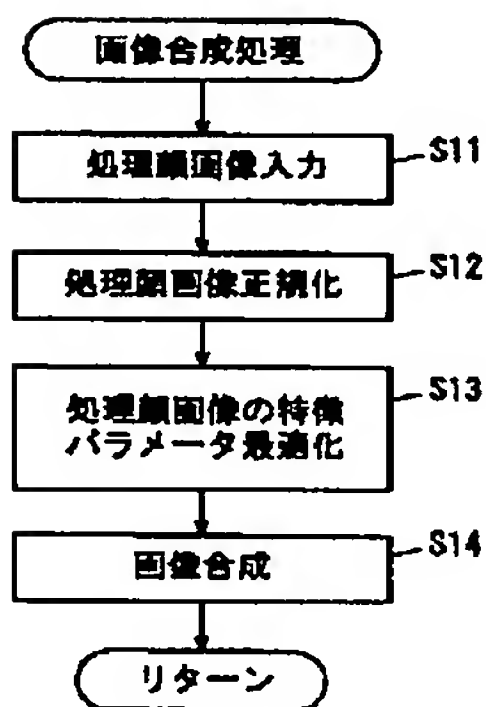
【図7】



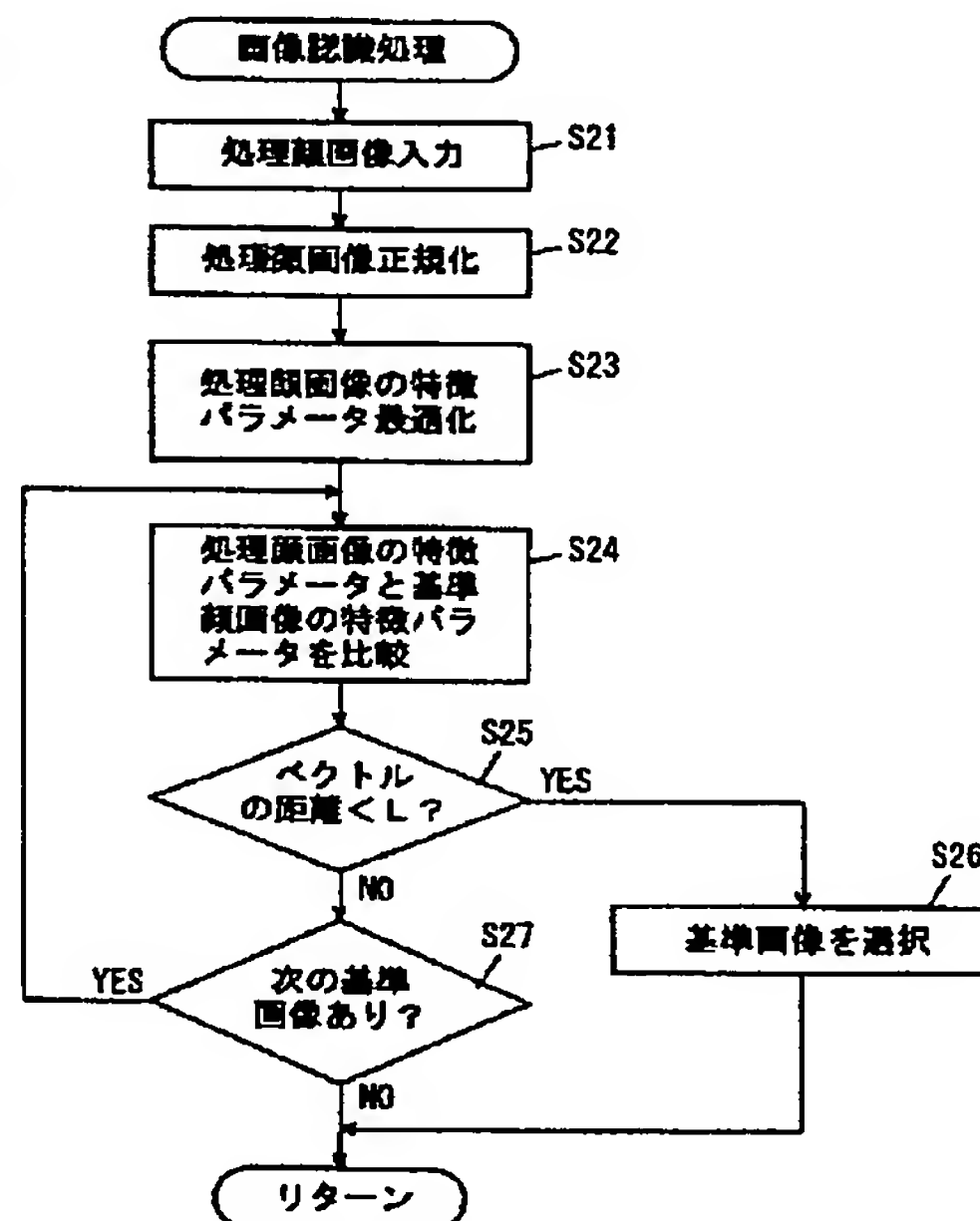
【図8】



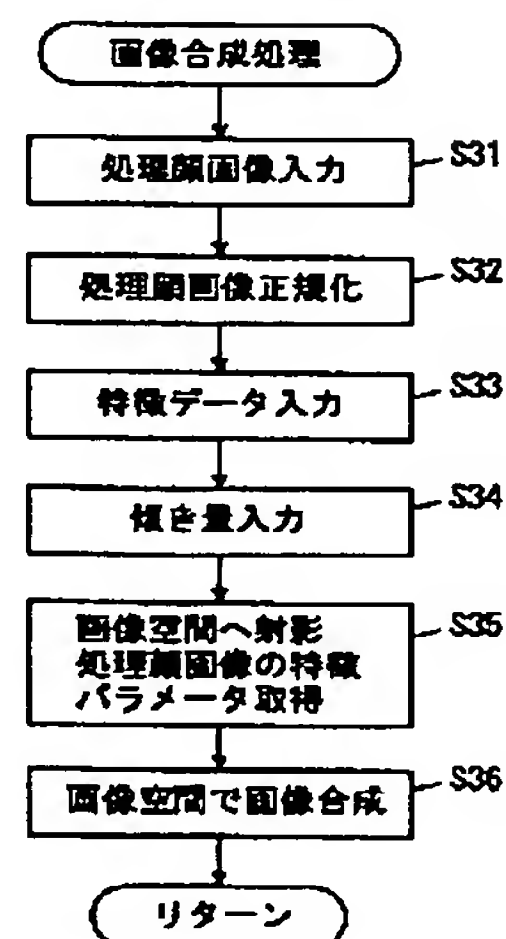
【図9】



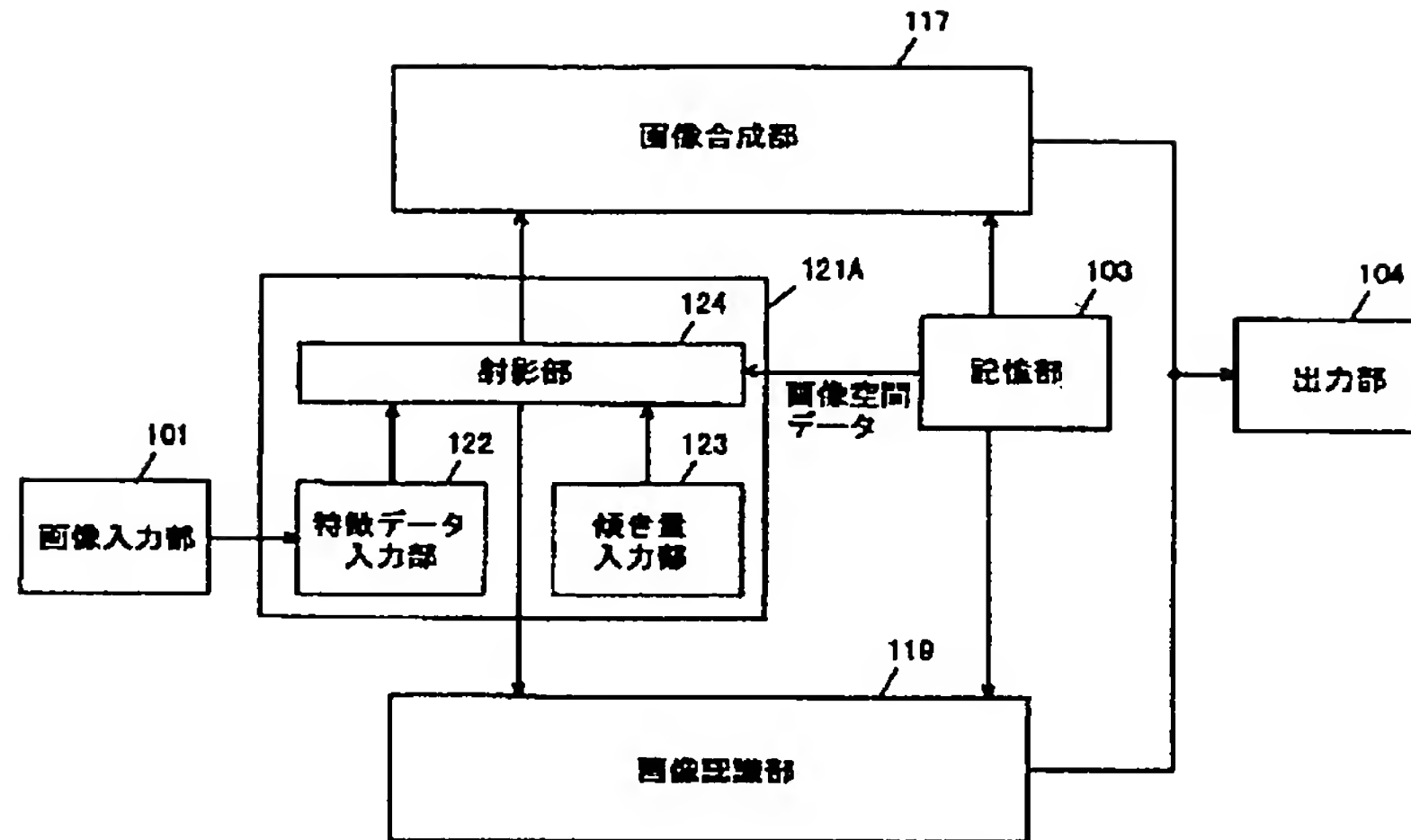
【図10】



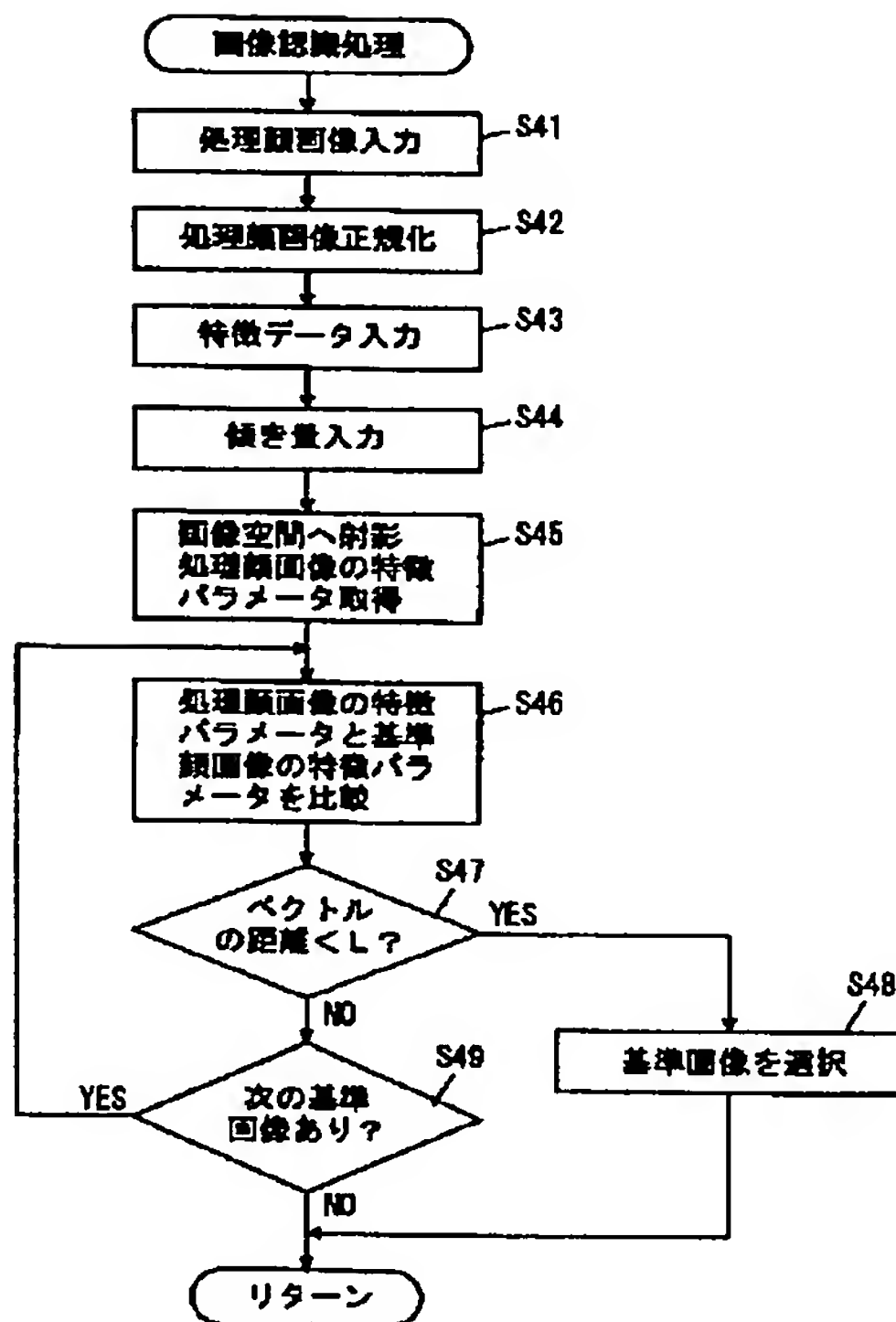
【図12】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA37 BB05 CC16 FF04 GG04
JJ02 JJ25 PP22 QQ16 QQ24
QQ29 QQ31 QQ42 SS02 SS13
UU05
5B043 BA04 DA05 EA11 HA02 HA03
5B057 AA20 BA02 BA23 CE08 DA20
DC30
5L096 BA08 BA18 CA21 EA13 EA45
FA31 GA59 HA08
9A001 HH29